

16869N-084500

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 8月29日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-250693

[ ST.10/C ]:

[ JP2002-250693 ]

出 願 人

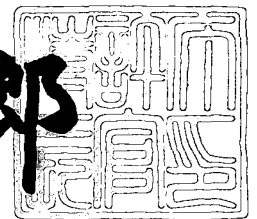
Applicant(s):

日本オブネクスト株式会社

2003年 5月27日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3039861

【書類名】 特許願

【整理番号】 NT02P0560

【提出日】 平成14年 8月29日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01S 5/022

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市戸塚区吉田町 2 9 2 番地 株式会社日立  
製作所 生産技術研究所内

【氏名】 松嶋 直樹

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市戸塚区吉田町 2 9 2 番地 株式会社日立  
製作所 生産技術研究所内

【氏名】 川本 和民

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市戸塚区戸塚町 2 1 6 番地 日本オプネク  
スト株式会社内

【氏名】 ▲桑▼野 英之

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市戸塚区戸塚町 2 1 6 番地 日本オプネク  
スト株式会社内

【氏名】 丹羽 善昭

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市戸塚区戸塚町 2 1 6 番地 日本オプネク  
スト株式会社内

【氏名】 加藤 哲哉

【特許出願人】

【識別番号】 301005371

【氏名又は名称】 日本オプネクスト株式会社

【代理人】

【識別番号】 100068504

【弁理士】

【氏名又は名称】 小川 勝男

【電話番号】 03-3661-0071

【選任した代理人】

【識別番号】 100086656

【弁理士】

【氏名又は名称】 田中 恭助

【電話番号】 03-3661-0071

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 081423

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光モジュール及び光伝送装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光素子を搭載し、該光素子へ高周波電気信号を伝送する第 1 の高周波伝送線路を形成した半導体材料からなるキャリアと、該キャリアの第 1 の高周波伝送線路に高周波電気信号を供給するための第 2 の高周波伝送線路を形成した誘電体基板とを具備し、前記第 1 の高周波伝送線路と前記第 2 の高周波伝送線路とを導体ワイヤで電氣的に接続し、前記第 1 の高周波伝送線路をコプレーナ伝送線路で形成し、前記第 2 の高周波伝送線路を、伝送線路の下に誘電体を挟んでグランド層を設けて入力側に形成した第 1 のコプレーナ伝送線路と該第 1 のコプレーナ伝送線路に比べ伝送線路の信号配線導体とグランド層の距離が大きくもしくは該グランド層を具備しないで出力側に形成した第 2 のコプレーナ伝送線路とを連結して形成することを特徴とする光モジュール。

【請求項 2】

前記キャリアと前記誘電体基板をベース部材上に配置固定して構成することを特徴とする請求項 1 記載の光モジュール。

【請求項 3】

光素子を搭載し、該光素子へ高周波電気信号を伝送する第 1 の高周波伝送線路を形成した半導体材料からなるキャリアと、該キャリアの第 1 の高周波伝送線路に高周波電気信号を供給するための第 2 の高周波伝送線路を形成した誘電体基板とを具備し、前記第 1 の高周波伝送線路と前記第 2 の高周波伝送線路とを導体ワイヤと第 3 の高周波伝送線路で電氣的に接続し、前記第 1 の高周波伝送線路および前記第 3 の高周波伝送線路をコプレーナ伝送線路で形成し、前記第 2 の高周波伝送線路を、伝送線路の下に誘電体を挟んでグランド層を設けて入力側に形成した第 1 のコプレーナ伝送線路と該第 1 のコプレーナ伝送線路に比べ伝送線路の信号配線導体とグランド層の距離が大きくもしくは該グランド層を具備しないで出力側に形成した第 2 のコプレーナ伝送線路とを連結して形成することを特徴とする光モジュール。

【請求項 4】

前記誘電体基板をパッケージ基板で構成し、前記第 2 の高周波伝送線路を前記パッケージ基板上に形成したことを特徴とする請求項 3 記載の光モジュール。

【請求項 5】

前記第 2 の高周波伝送線路の第 1 のコプレーナ伝送線路において、伝送線路下のグランド層と伝送線路のグランド配線導体とをビアにより電氣的に接続したことを特徴とする請求項 1 または 3 記載の光モジュール。

【請求項 6】

前記第 2 の高周波伝送線路において、前記第 1 のコプレーナ伝送線路と前記第 2 のコプレーナ伝送線路との間に伝送モードを円滑に繋げる変換線路を有することを特徴とする請求項 1 または 3 記載の光モジュール。

【請求項 7】

光素子を搭載し、該光素子へ高周波電気信号を伝送する第 4 の高周波伝送線路を形成した半導体材料からなるキャリアと、該キャリアの第 4 の高周波伝送線路に高周波電気信号を供給するための第 5 の高周波伝送線路を形成した誘電体基板とを具備し、前記第 4 の高周波伝送線路と前記第 5 の高周波伝送線路とを導体ワイヤで電氣的に接続し、前記第 4 の高周波伝送線路をコプレーナストリップ伝送線路で形成し、前記第 5 の高周波伝送線路を、入力側に形成したコプレーナ伝送線路と出力側に形成したコプレーナストリップ伝送線路とこれらを結ぶ変換伝送線路とで形成することを特徴とする光モジュール。

【請求項 8】

前記第 4 の高周波伝送線路のコプレーナストリップ伝送線路におけるグランド配線を、前記キャリアを固定するベース部材と導体ワイヤにより電氣的に接続して形成したことを特徴とする請求項 7 記載の光モジュール。

【請求項 9】

前記第 5 の高周波伝送線路において、伝送線路の下に誘電体を挟んでグランド層を設け、該グランド層とグランド配線導体とをビアにより電氣的に接続して形成したことを特徴とする請求項 7 または 8 記載の光モジュール。

【請求項 10】

光素子を搭載し、該光素子へ高周波電気信号を伝送するためにコプレーナストリップ伝送線路で形成した第 4 の高周波伝送線路を形成した半導体材料からなるキャリアをベース部材に固定し、前記コプレーナストリップ伝送線路におけるグランド配線を、前記ベース部材における金属と導体ワイヤにより電氣的に接続して構成したことを特徴とする光モジュール。

【請求項 1 1】

前記キャリアの半導体材料が Si、GaAs、InP のいずれかを主成分とすることを特徴とする請求項 1 乃至 1 0 の何れか一つに記載の光モジュール。

【請求項 1 2】

前記光素子が光変調器素子もしくは光変調器集積化半導体レーザであることを特徴とする請求項 1 乃至 1 1 の何れか一つに記載の光モジュール。

【請求項 1 3】

光素子を搭載し、該光素子へ高周波電気信号を伝送する第 1 の高周波伝送線路を形成した半導体基板からなる第 1 の基板と、該第 1 の基板の第 1 の高周波伝送線路に高周波電気信号を供給するための第 2 の高周波伝送線路を形成した誘電体基板からなる第 2 の基板とを具備し、前記第 1 の高周波伝送線路を表層コプレーナ伝送線路で形成し、前記第 2 の高周波伝送線路を、入力側に形成されたグランド付きコプレーナ伝送線路と出力側に形成された表層コプレーナ伝送線路とを連結して形成することを特徴とする光モジュール。

【請求項 1 4】

請求項 1 乃至 1 3 の何れか一つに記載の光モジュールと、入力される並列の信号を多重化して前記光モジュールの光素子に入力する多重化 IC とを備えて構成したことを特徴とする光伝送装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体材料からなる光素子キャリアを用いた良好な高周波特性を得ることのできる高周波伝送線路を有する光モジュール及び光伝送装置に関する。

【0 0 0 2】

## 【従来の技術】

光通信分野においては、高度情報化に伴い送受信データが年々高ビットレート化する傾向にある。光変調器を用いて光信号を伝送させるレーザモジュールに関しても、高ビットレート光信号を送信側から受信側へ誤りなく伝達するためには、光変調器に電気信号を伝える高周波伝送線路の高周波特性を良好にすることが必須の課題となっており、例えば特開 2 0 0 1 - 2 5 7 4 1 2 号公報(従来技術 1)に見られるような構造により広帯域化を図っている。

## 【0 0 0 3】

即ち、従来技術 1 には、半導体レーザが搭載されるチップキャリアとして、基板内に配線導体層や配線導体層間を電氣的に接続するためのビアを設けることが容易であるアルミナや窒化アルミ等の誘電体基板が用いられた高ビットレート光モジュールが記載されている。

## 【0 0 0 4】

## 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、高ビットレート光モジュールとしては、例えば、光変調器集積型半導体レーザから光変調されて出射されるレーザ光を集光レンズで集光して光ファイバに入射させる必要がある。そのため、例えば、集光レンズを高精度に位置決めするための寸法形状が高精度の V 溝をチップキャリア上の半導体レーザ搭載位置の前方に形成する必要がある。もし、高精度の V 溝が形成できれば、該 V 溝に外形寸法精度の高い集光レンズを設置すれば、アクティブアライメントが不要な、簡便な組立工程によるレンズ搭載が可能となり、よって高ビットレート光モジュールの低価格化を実現することができる。しかし、上記従来技術 1 に記載されているような誘電体基板上に高精度の V 溝を効率よく形成することが困難である。

## 【0 0 0 5】

他方、異方性エッチングによって高い寸法精度を有する V 溝を形成することが容易なチップキャリアとしては、Si 等の半導体基板がある。しかし、Si 等の半導体基板の場合には、基板内に配線導体層や配線導体層間を電氣的に接続するためのスルーホールを穿孔し、これにビアを埋め込んで電氣的接続を取ることが

容易でない。そのため、Si等の半導体基板の場合、配線導体層間の電氣的接続が取ることが困難となり、その結果、基板表面に形成した高周波伝送線路が高周波数領域において共振を起こし、高ビットレート光モジュールには適用できない可能性が高いという課題を有していた。

【0006】

本発明の目的は、上記課題を解決すべく、良好な高周波特性を有し、しかも安価に製造することができるようにした高周波伝送線路を有する光モジュール及び光伝送装置を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明は、光素子を搭載し、該光素子へ高周波電氣信号を伝送する第1の高周波伝送線路を形成した半導体材料からなるキャリアと、該キャリアの第1の高周波伝送線路に高周波電氣信号を供給するための第2の高周波伝送線路を形成した誘電体基板とを具備し、前記第1の高周波伝送線路と前記第2の高周波伝送線路とを導体ワイヤまたは導体ワイヤと第3の高周波伝送線路とで電氣的に接続し、前記第1の高周波伝送線路をコプレーナ伝送線路で形成し、前記第2の高周波伝送線路を、伝送線路の下に誘電体を挟んでグランド層を設けて入力側に形成した第1のコプレーナ伝送線路と該第1のコプレーナ伝送線路に比べ伝送線路の信号配線導体とグランド層の距離が大きくもしくは該グランド層を具備しないで出力側に形成した第2のコプレーナ伝送線路とを連結して形成することを特徴とする光モジュールである。

【0008】

また、本発明は、前記光モジュールにおいて、前記キャリアと前記誘電体基板をベース部材上に配置固定して構成することを特徴とする。

【0009】

また、本発明は、前記光モジュールにおける前記第2の高周波伝送線路の第1のコプレーナ伝送線路において、伝送線路下のグランド層と伝送線路のグランド配線導体とをビアにより電氣的に接続することを特徴とする。

【0010】



また、本発明は、光素子を搭載し、該光素子へ高周波電気信号を伝送する第4の高周波伝送線路を形成した半導体材料からなるキャリアと、該キャリアの第4の高周波伝送線路に高周波電気信号を供給するための第5の高周波伝送線路を形成した誘電体基板とを具備し、前記第4の高周波伝送線路と前記第5の高周波伝送線路とを導体ワイヤで電氣的に接続し、前記第4の高周波伝送線路をコプレーナストリップ伝送線路で形成し、前記第5の高周波伝送線路を、入力側に形成したコプレーナ伝送線路と出力側に形成したコプレーナストリップ伝送線路とこれらを結ぶ変換伝送線路とで形成することを特徴とする光モジュールである。

## 【 0 0 1 1 】

また、本発明は、前記光モジュールにおいて、前記第1の高周波伝送線路のコプレーナストリップ伝送線路におけるグランド配線を、前記キャリアを固定するベース部材（キャリアの下面部材）における金属と導体ワイヤにより電氣的に接続して形成したことを特徴とする。

## 【 0 0 1 2 】

また、本発明は、光素子を搭載し、該光素子へ高周波電気信号を伝送するためにコプレーナストリップ伝送線路で形成した第4の高周波伝送線路を形成した半導体材料からなるキャリアをベース部材に固定し、前記コプレーナストリップ伝送線路におけるグランド配線を、前記ベース部材における金属と導体ワイヤにより電氣的に接続して構成したことを特徴とする光モジュールである。

## 【 0 0 1 3 】

また、本発明は、前記光モジュールにおいて、前記光素子が光変調器素子もしくは光変調器集積化半導体レーザであることを特徴とする。

## 【 0 0 1 4 】

また、本発明は、光素子を搭載し、該光素子へ高周波電気信号を伝送する第1の高周波伝送線路を形成した半導体基板からなる第1の基板と、該第1の基板の第1の高周波伝送線路に高周波電気信号を供給するための第2の高周波伝送線路を形成した誘電体基板からなる第2の基板とを具備し、前記第1の高周波伝送線路を表層コプレーナ伝送線路で形成し、前記第2の高周波伝送線路を、入力側に形成されたグランド付きコプレーナ伝送線路と出力側に形成された表層コプレー

ナ伝送線路とを連結して形成することを特徴とする光モジュールである。

【0015】

また、本発明は、前記光モジュールと、入力される並列の信号を多重化して前記光モジュールの光素子に入力する多重化ICとを備えて構成したことを特徴とする光伝送装置である。

【0016】

【発明の実施の形態】

本発明に係る高周波回路及びこれを用いた光モジュール並びに光伝送装置の実施の形態を図面を用いて説明する。

【0017】

光伝送装置は、図1に示すように構成される。即ち、光伝送装置50は、光出力信号64を光ファイバ63により送信する光モジュール(LDモジュール)62と、光入力信号52を光ファイバ51により受信する光モジュール(PDモジュール)53とを備えた光送受信器で構成される。外部機器58から多ピンコネクタ56に入力された1Gbit/s程度の並列信号59は、多重化IC60により多重化されて10Gbit/s程度の信号に変換されて伝送線路61を通してLDモジュール62に伝送され、光出力信号64に変換されて出力される。他方、受信モジュール53に入力された光入力信号52は、10Gbit/s程度の信号に変換されて伝送線路54を通して伝送され、分離IC55により1Gbit/s程度の信号に分離されて並列信号57として多ピンコネクタ56から外部機器58へと出力される。

【0018】

次に、本発明に係る送信モジュール62について図2を用いて具体的に説明する。送信モジュール62は、多重IC60からの電気信号が入力される信号入力線71等を有するリード線72と、該信号入力線71を接続したパッケージ伝送線路30を有する誘電体基板で構成されたパッケージ基板31と、該パッケージ伝送線路30とAuワイヤ32で接続された伝送線路20を有する誘電体基板21と光変調器搭載キャリア(光変調器搭載基板)2とを取り付けた表面に金属が形成されたベース部材8と、アイソレータを有する光ファイバ63とを備えたモ

ジュールパッケージ筐体 70 で構成される。ベース部材 8 は、金属材料を始めとして、少なくとも表面に金属が形成されたセラミックやペルチェウラが挙げられ、モジュールパッケージ筐体 70 の底部にはんだ等によって固定される。

#### 【 0 0 1 9 】

次に、本発明に係る高ビットレート（約 1 0 G b i t / s 以上）の光モジュール（LDモジュール）の実施の形態について図 3 ～図 8 を用いて説明する。

#### 【 0 0 2 0 】

まず、本発明に係る高ビットレートの光モジュールの第 1 の実施の形態について図 3 ～図 6 を用いて説明する。

#### 【 0 0 2 1 】

図 3 は、本発明に係る約 1 0 G b i t / s 以上の高周波伝送線路における、光変調器が搭載されるキャリア上の伝送線路及びこれに信号を供給するための伝送線路の周辺を示したものである。本実施の形態では、光素子である光変調器 1 には、光変調器集積型半導体レーザを用いている。光変調器 1 を搭載するキャリア（基板）2 には、半導体を製造するためのエッチング等の加工が容易な Si、GaAs、InP の何れかを主成分とする半導体基板を用いている。このキャリア 2 は、ベース部材 8 上にはんだもしくは接着剤で固定される。Si 等の半導体基板 2 の表面には伝送線路（第 1 の高周波伝送線路）3 a が形成されているが、その形態は、信号配線導体 1 1 とその側方両側にグランド配線導体 1 2、1 3 が配置されるコプレーナ線路（表層コプレーナ線路）となっている。この伝送線路 3 a の材料は Au 等としている。光変調器 1 は、基板表面上伝送線路 3 の前方にはんだ接続等により搭載されている。伝送線路 3 a と光変調器 1 の電極 1 4 は、Au 等の導体ワイヤ 4 1 によって電氣的に接続されている。また、光変調器 1 の伝送線路 3 a が存在する側の反対には終端抵抗 5 が形成されており、これと光変調器 1 の電極 1 4 との間についても Au 等の導体ワイヤ 4 2 が取り付けられ、電氣的に接続されている。これら、光変調器 1、信号が入力される信号配線導体 1 1、およびグランド配線導体 1 2、1 3 に一端を接続する終端抵抗 5 との間の回路構成は、特開 2 0 0 1 - 2 5 7 4 1 2 号公報の図 3 に示す構成のものが使用可能である。

## 【 0 0 2 2 】

更に、光変調器 1 の光軸方向前方部の S i 等の半導体基板 2 の表面には、異方性エッチング加工による V 溝 6 が形成されており、この V 溝 6 に例えば集光レンズ 7 を搭載することによって、光変調器 1 からのビームを光ファイバ 6 3 の入射端に集光するように構成される。即ち、光変調器 1 を搭載する基板を半導体基板 2 で構成することによって、半導体を製造するための加工技術の一つである異方性エッチング加工によって高精度の V 溝 6 が形成でき、その結果、該 V 溝 6 に外形寸法精度の高い集光レンズ 7 等を設置すれば、アクティブアライメントが不要な、簡便な組立工程によるレンズ搭載が可能となり、よって高ビットレート光モジュールの低価格化を実現することができる。

## 【 0 0 2 3 】

ところで、キャリアを半導体基板で構成することによって、高精度の加工が容易な例えば V 溝 6 には、集光レンズ 7 の外に、光モジュールを構成する光ファイバや光学部品や光変調器 1 等を高精度に位置決めして搭載することが可能となる。

## 【 0 0 2 4 】

このように、光変調器 1 や集光レンズ 7 等を半導体基板 2 に搭載するように構成したため、光変調器搭載キャリア 2 上の伝送線路 3 a に信号を供給する伝送線路(第 2 の高周波伝送線路) 2 0 a は、誘電体基板であるパッケージ基板 3 1 との関係からグランド付きコプレーナ伝送線路を有する必要があるため誘電体基板 2 1 で形成する。この誘電体基板 2 1 としては、アルミナや窒化アルミナ等の誘電体基板が用いられ、ベース部材 8 上にはんだもしくは接着剤で固定される。そして、その線路形態 2 2、2 3 は、入力側のパッケージ基板 3 1 に形成される伝送線路(第 3 の高周波伝送線路) 3 0 a がグランド付きコプレーナ伝送線路であり、出力側の半導体基板 2 に形成する伝送線路 3 a が表層コプレーナ伝送線路であるため、入力側・出力側で異ならしめ、これら 2 2、2 3 を特性インピーダンスを一致させるように図 4 (a) (b) に示すような変換線路 2 4 によって一体的に繋ぐ(連結する)構造となっている。

## 【 0 0 2 5 】

図 3 (b) は誘電体基板 2 1 の A - A' 断面図を示している。入力側には、基板表層に信号配線導体 2 2 1 とグランド配線導体 2 2 2、2 2 3 からなるコプレーナ線路 2 2 が形成され、基板を多層構造として、基板中間層にグランド配線層 2 2 4 を設け、このグランド配線層 2 2 4 と表層のグランド配線導体 2 2 2、2 2 3 とをビア 2 2 5 により電氣的に接続し、グランド付きコプレーナ伝送線路 (第 1 のコプレーナ線路) を形成している。なお、このグランド付きコプレーナ伝送線路 2 2 は、必ずしも、表層のグランド配線導体 2 2 2、2 2 3 とグランド配線層 2 2 4 とをビア 2 2 5 で接続する必要はない。しかし、ビア 2 2 5 で接続した方が好ましい。

## 【 0 0 2 6 】

他方、出力側には、基板表層に信号配線導体 2 3 1 とグランド配線導体 2 3 2、2 3 3 からなる表層コプレーナ線路 (第 2 のコプレーナ線路) 2 3 が形成されるが、基板中間にグランド導体層は存在せず、表層グランド配線導体に電氣的に接続するビアも存在しない構造となっている。即ち、コプレーナ線路 (第 2 のコプレーナ線路) 2 3 は、上記グランド付きコプレーナ伝送線路 2 2 に比べ伝送線路の信号配線導体 2 3 1 とグランド層の距離が大きくもしくは該グランド層を具備しないで構成される。

## 【 0 0 2 7 】

このように誘電体基板 2 1 は少なくとも表面に金属が形成されたベース部材 8 に設置されるため、出力側伝送線路 (第 2 のコプレーナ線路) 2 3 は、ベース面が下層グランド面に相当するが、入力側伝送線路 2 2 に比べ表層と下層グランド層の距離 (誘電体厚さ) が厚くなっている。従って、図 5 (a) に示す出力側伝送線路 2 3 に形成される電界分布は、図 5 (b) に示す入力側伝送線路 (第 1 のコプレーナ線路) 2 2 によって形成される電界分布に比較して信号線 2 3 1 と表層のグランド配線導体 2 3 2、2 3 3 との間での発生が支配的となる。入力側伝送線路 2 2 においては、基板の中間層にグランド配線層 2 2 4 を有することから、信号線 2 2 1 からグランド配線層 2 2 4 への電気力線およびグランド配線導体 2 2 2、2 2 3 への電気力線による電界分布となる。

## 【 0 0 2 8 】

これら異なる形態を持つ2つの伝送線路22、23は、それぞれ特性インピーダンスが50Ω程度に同一の値となるような寸法としているが、図4(a)(b)に示すように、これら線路を繋ぐ変換線路24においては、伝送モードが急激に変化して損失が増大することのないよう、線路寸法が徐々に変化する構造としている。入力側伝送線路22には基板の中間層にグランド配線層224が存在し、出力側伝送線路23には基板の中間層にグランド配線層が存在しないことにより、これらの線路を繋ぐ変換線路24において伝送モードが急激に変化しないように、図4(a)においては信号配線導体の幅寸法を入力側から出力側に向かって徐々に増大し、図4(b)においてはグランド配線導体の間の間隙を入力側から出力側に向かって徐々に減少させて形成した。なお、図4(a)(b)において、鎖線は入力側伝送線路22におけるグランド配線層224の端部の位置を示す。このように、入力側伝送線路22と出力側伝送線路23との間に変換線路24を設けたことにより、電界分布がスムーズに変化し、入力信号の伝送モードをコプレーナモードに低損失で変換することが可能となる。

## 【0029】

本実施の形態においては、誘電体基板21上の伝送線路20aは、2箇所の屈曲部を持つ構造となっている。これは、誘電体基板21への信号入力部と光変調器1との位置関係によるものであり、入力部の位置によって誘電体基板21上の伝送線路20aは、屈曲部数が2以外であっても、あるいは屈曲部のない直線線路で構成されても構わない。

## 【0030】

誘電体基板21の出力側伝送線路23は、光変調器搭載キャリア2の伝送線路3aにAu等の導体ワイヤ25を介して電氣的に接続されている。また、入力側伝送線路22は、光モジュールのパッケージ基板31に形成される伝送線路30aとAu等の導体ワイヤ32を介して電氣的に接続されている。

## 【0031】

パッケージ伝送線路30aは、基板の入力側伝送線路22と同様、信号配線導体301とその両側にグランド配線導体302、303が配置され、下層にグランド層が存在し、これとグランド配線導体302、303とがビア305により

電氣的に接続したグランド付きコプレーナ線路となっている。誘電体基板 2 1 の入力側伝送線路 2 2 とパッケージ基板 3 1 の伝送線路 3 0 a は、それぞれの信号線同士、グランド線同士が A u 等の導体ワイヤ 3 2 で繋がれている。高周波電気信号は、このパッケージ伝送線路 3 0 a から入力され、誘電体基板 2 1 上の伝送線路 2 0 a 及び光変調器搭載キャリア 2 上の伝送線路 3 a を通って光変調器 1 に入力される。

## 【 0 0 3 2 】

もし、誘電体基板 2 1 からグランド付コプレーナモードの信号を、キャリア 2 上の表層コプレーナモードの伝送線路 3 a に直接入力した場合を仮定すると、特定の周波数、特に高周波領域 ( $> 5 \text{ GHz}$ ) において半導体基板 2 への電界漏洩が発生し、共振が起こり伝送特性が劣化することになる。

## 【 0 0 3 3 】

しかしながら、上記に説明した形状をとることにより、パッケージ基板 3 1 上の伝送線路 3 0 a 及び誘電体基板 2 1 上の入力側伝送線路 2 2 における伝送モードはグランド付きコプレーナモードとなり、変換線路 2 4 にて伝送モードが変わり、出力側伝送線路 2 3 では表層コプレーナモードとなる。従って、半導体基板 2 に形成された伝送線路 3 に入力する電気信号の伝送モードを表層コプレーナモードとすることを可能にし、その結果、共振を回避して伝送線路の広帯域化を実現し、約  $10 \text{ Gbit/s}$  以上の高ビットレートを実現することが可能となる。

## 【 0 0 3 4 】

他方、表層コプレーナ伝送線路は、特定の周波数において両側のグランド配線導体に電位差が生じコプレーナモード伝送ができず伝送特性が劣化することがある。これを防ぐ方法としては、少なくとも誘電体基板 2 1 上の表層コプレーナ伝送線路 2 3 を不必要に長くしないで、入力信号の伝送モード（グランド付きコプレーナモード）を表層コプレーナモードもしくは表層コプレーナモードに低損失で変換できるモードにする手段が挙げられる。本発明は、これらの手段を導入したもので、誘電体基板 2 1 の入力側伝送線路 2 2 をグランド付きコプレーナ線路として左右グランド配線導体 2 2 2、2 2 3 を下層グランド層 2 2 4 及びビア 2 2 5 を用いて常に同電位にするとともに、伝送モード変換線路 2 4 を設けてグラ

ンド付きコプレーナモードから表層コプレーナモードへスムーズに変換できる構造とし、その結果入力信号がどのような伝送モードであっても良好な特性を得ることができる。

## 【 0 0 3 5 】

図 6 には、図 3 に示す本発明による高周波伝送線路を用いた光モジュールの伝送特性のシミュレーション結果を示すグラフである。図中、曲線 4 0 1 は反射特性  $S_{11}$ 、曲線 4 0 2 は通過特性 ( $S_{21}$ ) を表す。10GHz における反射損 ( $S_{11}$ ) は -10dB 以下の -16dB となり、挿入損 ( $S_{21}$ ) が -3dB より少ない損失となる帯域は 0 ~ 14GHz となり、ほぼ 10Gbit/s の光モジュールとして良好な値を示していることが分かる。

## 【 0 0 3 6 】

以上説明したように、第 1 の実施の形態によれば、半導体基板 2 上に形成される表層コプレーナ伝送線路 3 a に Au 等の導体ワイヤ 2 5 で接続される誘電体基板 2 1 上の出力側のコプレーナ伝送線路 2 3 を比較的短くして誘電体基板 2 1 上で入力側のグランド付きコプレーナ伝送線路 2 2 から上記表層コプレーナ伝送線路 2 3 へと円滑に繋げることによって、ほぼ 10Gbit/s 以上の高周波伝送特性の良好な高周波伝送線路を有する光モジュールを低価格で実現することができる。

## 【 0 0 3 7 】

次に、本発明に係る高ビットレートの光モジュールの第 2 の実施の形態について図 7 を用いて説明する。

## 【 0 0 3 8 】

図 7 は、図 3 と同様、本発明に係る高周波伝送線路における、光変調器が搭載されるキャリア上の伝送線路およびこれに信号を供給するための伝送線路の周辺を表す図である。本第 2 の実施の形態において、第 1 の実施の形態と相違する点は、グランド付きコプレーナモードから表層コプレーナモードに変換する部分が光モジュールパッケージ基板 3 1 の伝送線路 3 0 b に形成し、誘電体基板 2 1 上の伝送線路 2 0 b を表層コプレーナ伝送線路とすることにある。なお、光変調器 1 が搭載されたキャリア 2 上の伝送線路 3 a や光部品の構成は図 3 と同一である



。従って、誘電体基板 2 1 は、その内部にビアや中間メタル層は形成されておらず、単層の誘電体により構成されている。他方、誘電体基板で構成されるパッケージ基板 3 1 の伝送線路 3 0 b は、図 7 (b) の B-B' 断面図に示されるように、入力側伝送線路 3 3、3 4 は下層メタル 3 0 6 やビア 3 0 5 を設けてグラウンド付きコプレーナ伝送線路（第 1 のコプレーナ線路）とし、出力側伝送線路 3 2（誘電体基板 2 1 に接続する側）は表層コプレーナ伝送線路（第 2 のコプレーナ線路）となるように基板内部のビアや基板下面のメタル層（グラウンド層）がない構造としている。即ち、表層コプレーナ線路（第 2 のコプレーナ線路）3 2 は、上記グラウンド付きコプレーナ伝送線路 3 3、3 4 に比べ伝送線路の信号配線導体とグラウンド層の距離が大きくもしくは該グラウンド層を具備しないで構成される。

## 【0 0 3 9】

なお、伝送線路 3 3 に関しては、その上下に光モジュールパッケージ筐体 7 0 の壁 3 0 9 が存在するため、それと伝送線路の信号線 3 3 1 が短絡することを防ぐため、伝送線路の上部にも誘電体 3 0 8 が存在する。この誘電体 3 0 8 の内部にもビア 3 0 5 が形成され、このビア 3 0 5 とメタル層 3 0 7 とを介して左右のグラウンド配線導体 3 3 2、3 3 3 が電氣的に接続されている。

## 【0 0 4 0】

本第 2 の実施の形態においても、誘電体基板 2 1 上の伝送線路 2 0 b は 2 箇所屈曲部を持つ構造となっているが、屈曲部数が 2 以外であっても、あるいは屈曲部のない直線線路で構成されても構わない。

## 【0 0 4 1】

ところで、本第 2 の実施の形態の場合、第 1 の実施の形態に比べて表層コプレーナ伝送線路 2 0、3 1 の長さが長くなるので、誘電体基板 2 1 も含めて表層コプレーナ伝送線路ができるだけ短くなるように工夫をすれば好ましい。

## 【0 0 4 2】

このような形態をとることにより、第 1 の実施の形態と同様、高周波伝送特性の良好な高周波伝送線路を有する高ビットレート光モジュールを低価格で実現することができる。

## 【0 0 4 3】

次に、本発明に係る高ビットレートの光モジュールの第3の実施の形態について図8を用いて説明する。

【0044】

図8も、本発明に係る高周波伝送線路における、光変調器が搭載されるキャリア上の伝送線路およびこれに信号を供給するための伝送線路の周辺を表す図である。本第3の実施の形態では、光変調器1を搭載するキャリア2上の伝送線路（第4の高周波伝送線路）3bをコプレーナストリップ線路としている。このコプレーナストリップ線路3bは、信号線11と、その側方の一方のみにグランド配線導体12が存在する構造である。なお、各光部品の配置は図3と同様である。

【0045】

ところで、キャリア2上の伝送線路3bをコプレーナストリップ線路としたことによって、キャリア2表面のグランド配線導体12を、Au等の導体ワイヤ9を介して、キャリア2が搭載されているベース部材8における金属（キャリアの下面部材）に電氣的に接続する。ベース部材8における金属は、電位が0となるように光モジュールパッケージ筐体70に電氣的に繋がれている。この導体ワイヤ9の存在により、キャリア2内への電界漏洩に起因する共振の発生する周波数を高周波領域に移動させることができ、よって使用帯域における伝送特性を良好にすることができる。導体ワイヤ9は、本第3の実施の形態ではグランド配線導体12の中間と先端に2箇所複数本設置している。この導体ワイヤ群の設置間隔は、伝送線路3bを伝送させる信号線の最短波長の $1/4$ よりも短いことが望ましい。

【0046】

仮に、キャリア2上のグランド配線導体が信号線の両側に存在する構造（コプレーナ線路）にし、このグランド配線導体をベース部材の金属面に繋ぐようにした場合、導体ワイヤの本数が増えるだけでなく、更に、図8のように集光レンズ7が存在する構造となっている場合には導体ワイヤの設置が実質不可能になり、よって広帯域高周波回路を得ることができない。

【0047】

しかしながら、キャリア2上の伝送線路3bを上記のごとく構成することによ

って高周波特性の良好な高周波伝送線路を得ることができる。

【 0 0 4 8 】

更に、キャリア上伝送線路 3 b へ信号を入力する誘電体基板 2 1 上の伝送線路 (第 5 の高周波伝送線路) 2 0 c は、入力側伝送線路 2 2 はグランド付きコプレーナ線路、出力側線路 2 7 はコプレーナストリップ線路であり、それらの間に伝送モード変換線路 2 6 を設けた形態となっている。入力側伝送線路 2 2 及び出力側伝送線路 2 7 は、ともに特性インピーダンスが約 5 0  $\Omega$  となるような寸法に設計されている。変換線路 2 6 部は、特性インピーダンス約 5 0  $\Omega$  を維持しつつ、一方のグランド配線導体 2 6 3 を徐々に信号配線導体 2 6 1 から遠ざけ、かつ信号配線導体 2 6 1 の幅と、もう一方のグランド配線導体 2 6 2 と信号配線導体 2 6 1 とのスペースとを出力側線路 2 7 におけるコプレーナストリップ線路の寸法に徐々に変換する構造としている。更に、表面の 2 つのグランド配線導体 2 2 2 (2 6 2、2 7 2 も含む)、2 2 3 (2 6 3 も含む) を等電位とするために、誘電体基板 2 1 を多層構造としており、その内部にグランド層を基板全体に亘って設け、このグランド層及びビア 2 2 5 により左右グランド配線導体を電氣的に接続している。

【 0 0 4 9 】

本第 3 の実施の形態においても、誘電体基板 2 1 上の伝送線路 2 0 c は 2 箇所屈曲部を持つ構造となっているが、屈曲部数が 2 以外であっても、あるいは屈曲部のない直線線路で構成されても構わない。

【 0 0 5 0 】

更に、誘電体基板 2 1 上の伝送線路 2 0 c とパッケージ基板 3 1 上の伝送線路 3 0 a との接続は、第 1 の実施の形態と同様である。

【 0 0 5 1 】

以上説明したように、本第 3 の実施の形態によれば、第 1 および第 2 の実施の形態と同様に、高周波伝送特性の良好な高周波伝送線路を有する高ビットレート光モジュールを低価格で実現することができる。

【 0 0 5 2 】

【発明の効果】

本発明によれば、光素子等を搭載するキャリアにスルーホールを形成することが困難な半導体基板を用いても、伝送線路として基板への電界の漏洩を起因とする損失を回避することができるため、ほぼ10Gbit/s以上の高周波特性の良好な高周波伝送線路を有する光モジュールを安価に実現できる効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明に係る光伝送装置の概略構成を示す図である。

【図2】

本発明に係る光モジュール（LDモジュール）の一実施の形態を示す概略構成図である。

【図3】

本発明に係る高周波伝送線路の第1の実施の形態を示す模式図で、（a）は平面図、（b）は平面図におけるA-A'断面図である。

【図4】

図3に示す誘電体基板上における伝送線路の変換線路を拡大して示した図である。

【図5】

図3に示す表面コプレーナ伝送線路とグランド付きコプレーナ伝送線路における電界分布を示した図である。

【図6】

本発明に係る高周波伝送線路を用いた光モジュールの伝送特性を示すグラフである。

【図7】

本発明に係る高周波伝送線路の第2の実施の形態を示す模式図で、（a）は平面図、（b）は平面図におけるB-B'断面図である。

【図8】

本発明に係る高周波伝送線路の第3の実施の形態を示す模式図である。

【符号の説明】

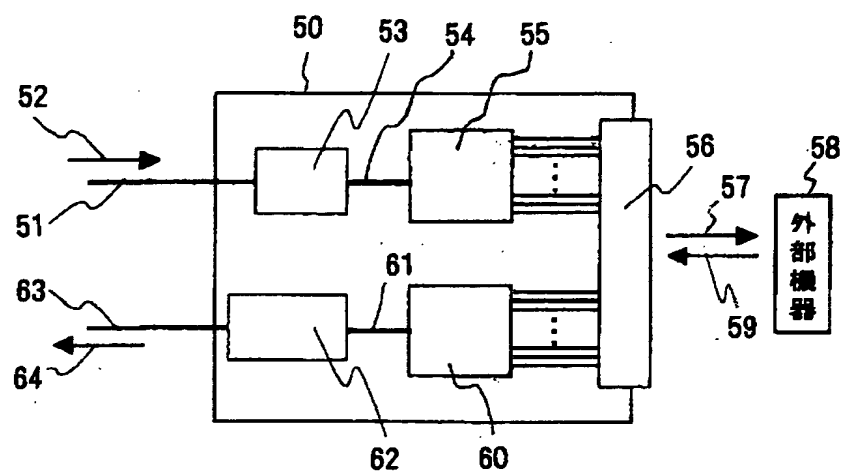
1…光変調器（光変調器集積半導体レーザ）、2…キャリア（半導体基板）、

3 a …キャリア上传送線路（第 1 の高周波伝送線路）、3 b …キャリア上传送線路（第 4 の高周波伝送線路）、5 …終端抵抗、6 …V 溝、7 …集光レンズ、8 …ベース部材、9 …導体ワイヤ、1 1 …信号導体配線、1 2、1 3 …グランド配線導体、1 4 …光変調器の電極、2 0 a …誘電体基板上伝送線路（第 2 の高周波伝送線路）、2 0 b …誘電体基板上伝送線路（第 3 の高周波伝送線路）、2 0 c …誘電体基板上伝送線路（第 5 の高周波伝送線路）、2 1 …誘電体基板、2 2 …誘電体基板上入力側伝送線路（第 1 のコプレーナ伝送線路：グランド付きコプレーナ伝送線路）、2 3 …誘電体基板上出力側伝送線路（第 2 のコプレーナ伝送線路：表層コプレーナ伝送線路）、2 4 …変換線路、2 5 …導体ワイヤ、2 6 …誘電体基板上変換線路、2 7 …誘電体基板上出力側伝送線路、3 0 a …パッケージ基板上伝送線路（第 2 の高周波伝送線路）、3 1 …パッケージ基板、3 2 …パッケージ基板上出力側伝送線路、3 3、3 4 …パッケージ基板上入力側伝送線路、5 0 …光伝送装置、5 1、6 3 …光ファイバ、5 3 …光モジュール（LD モジュール）、5 5 …分離 IC、5 6 …多ピンコネクタ、5 8 …外部機器、6 0 …多重化 IC、6 2 …光モジュール（PD モジュール）、7 0 …パッケージ筐体、7 1 …信号入力線、7 2 …リード線、2 0 1、2 2 1、2 3 1、2 6 1、2 7 1、3 0 1、3 2 1、3 3 1、3 4 1 …信号配線導体、2 0 2、2 0 3、2 2 2、2 2 3、2 3 2、2 3 3、2 6 2、2 6 3、2 7 2、3 0 2、3 0 3、3 2 2、3 2 3、3 3 2、3 3 3、3 4 2、3 4 3 …グランド配線導体、2 2 5、3 0 5 …ビア、2 2 4 …基板中間メタル層（グランド層）、3 0 6、3 0 7 …メタル層、3 0 8 …誘電体層、3 0 9 …パッケージ筐体の壁、4 0 1 …S 1 1（反射特性）曲線、4 0 2 …S 2 1（通過特性）曲線。

【書類名】 図面

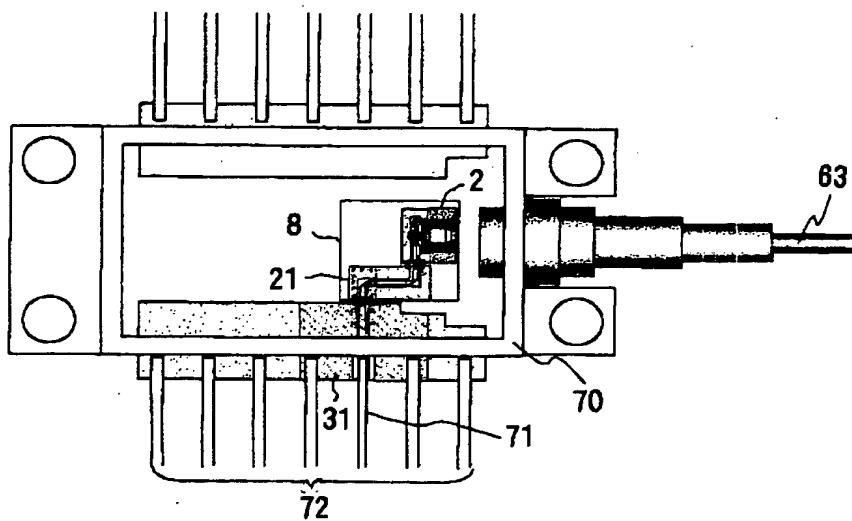
【図 1】

図 1



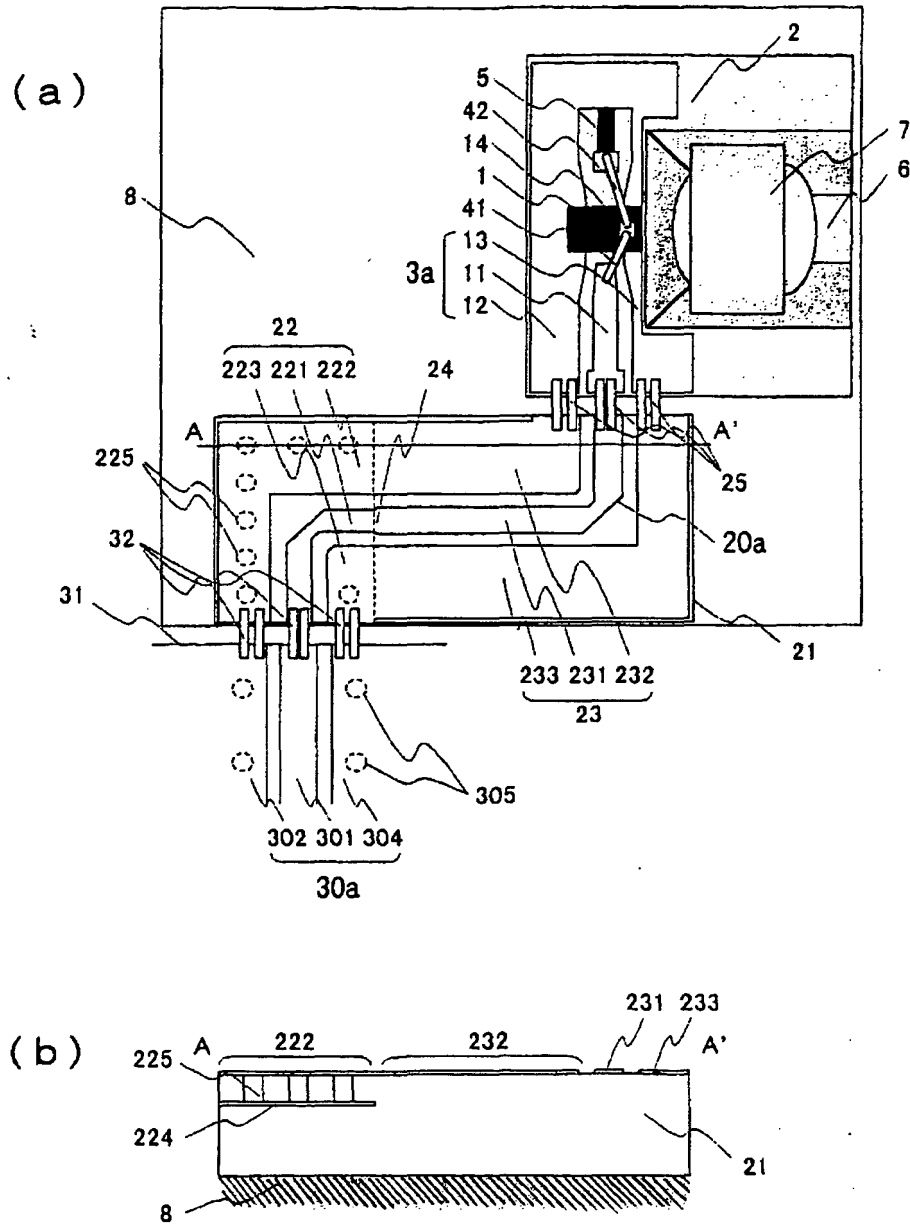
【図 2】

図 2



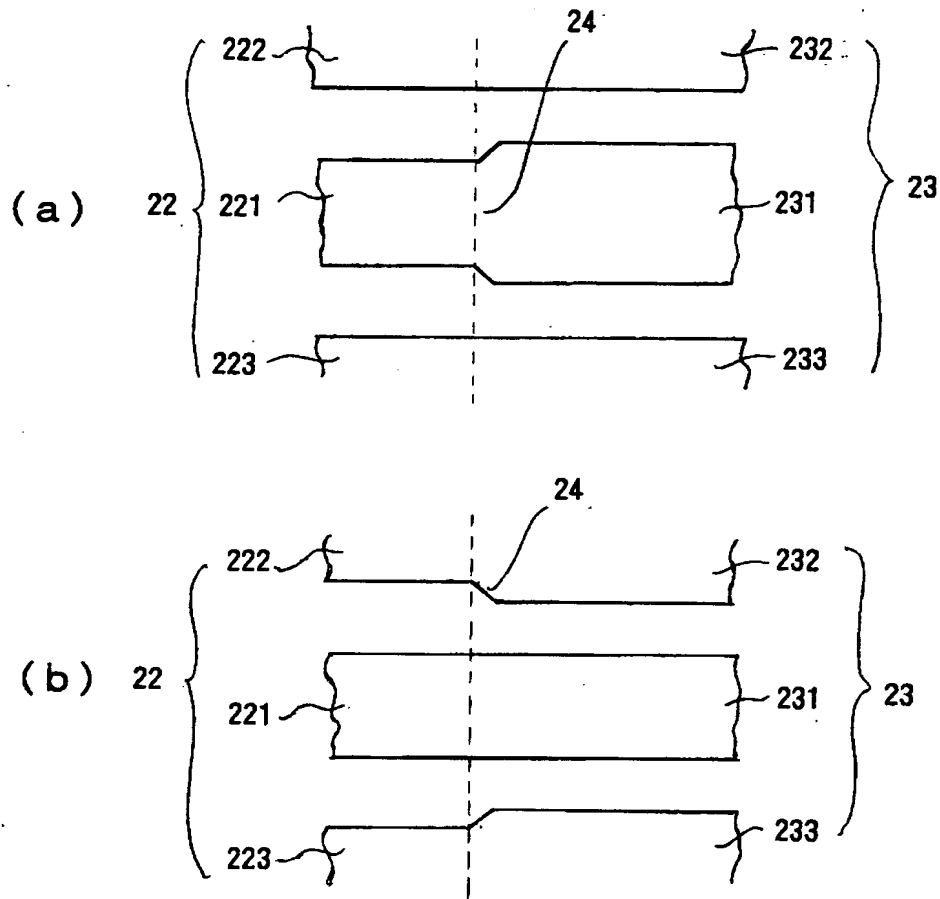
【図 3】

図 3



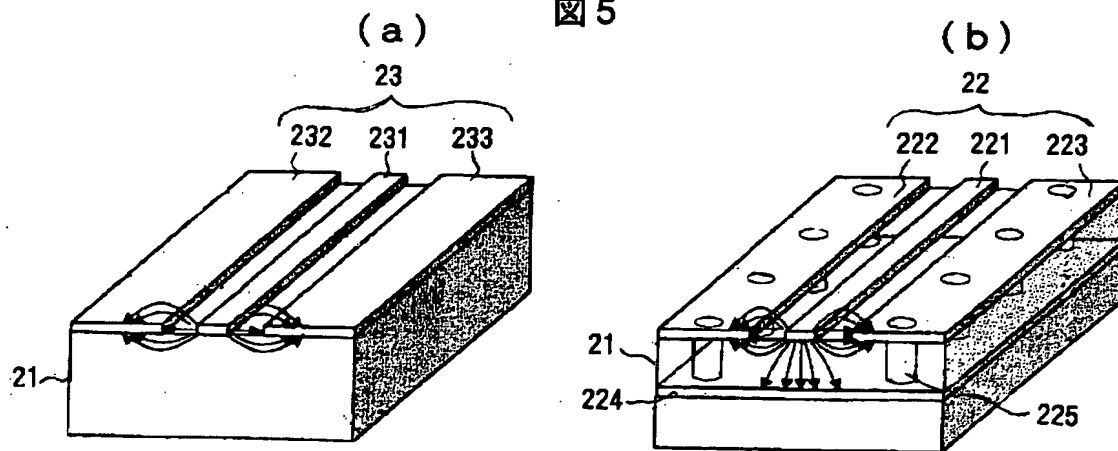
【図 4】

図 4



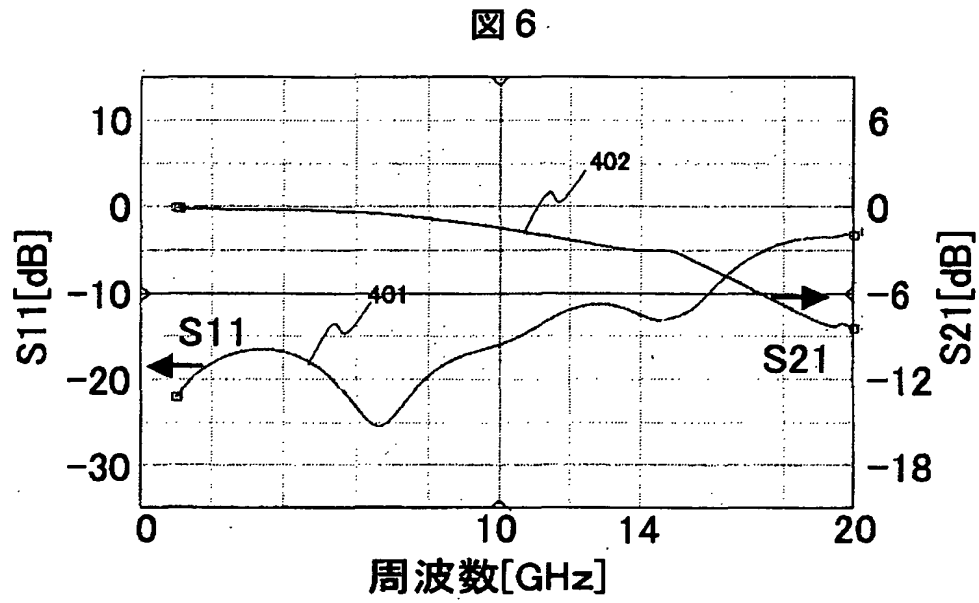
【図 5】

図 5

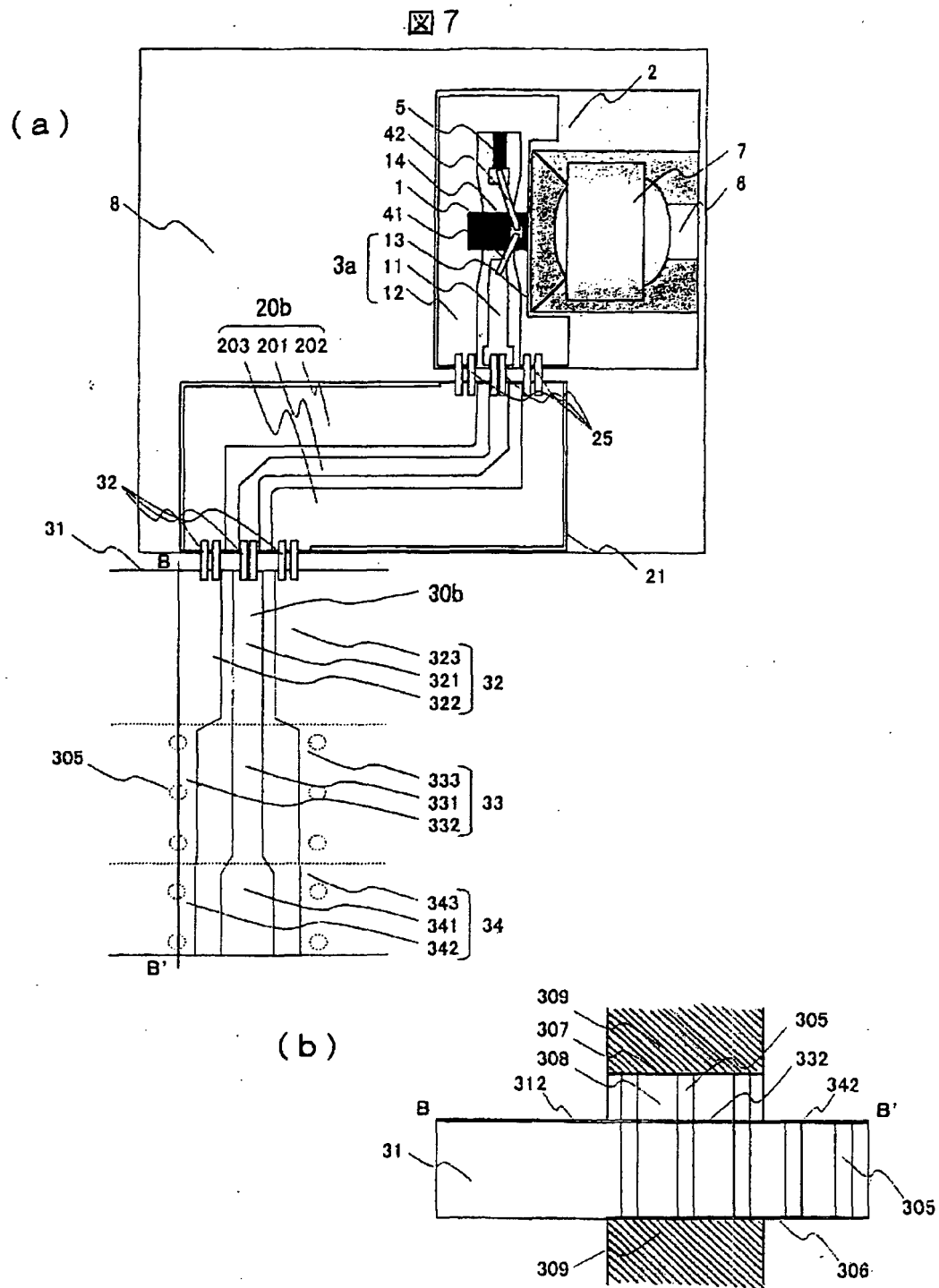




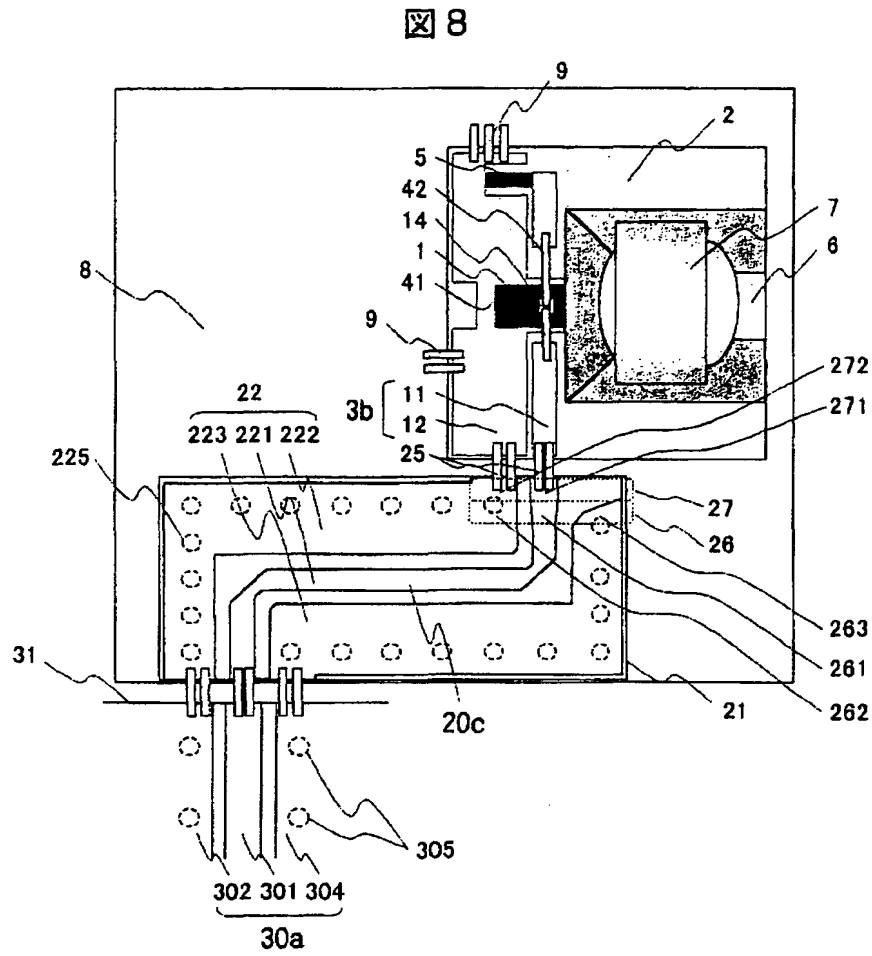
【図 6】



【図 7】



【图 8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】

光変調器素子を搭載するキャリアに半導体基板を用いた場合に発生する伝送特性の劣化を抑止できる、伝送特性の良好な高周波回路を提供する。また、これを用いた高ビットレート光モジュールを提供する。

【解決手段】

本発明は、光変調器搭載キャリア 2 を半導体基板で形成し、該キャリア 2 上の伝送線路 3 をコプレーナ線路とし、該伝送線路 3 に信号を入力する伝送線路 2 0 を誘電体基板上に形成し、該伝送線路 2 0 を入力側をグランド付きコプレーナ線路、出力側をコプレーナ伝送線路としこれらを変換線路 2 4 で連結した構造とし、伝送線路 3 と伝送線路 2 0 とを導体ワイヤ 2 5 で電氣的に接続する。

【選択図】 図 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [301005371]

1. 変更年月日 2001年 3月16日

[変更理由] 住所変更

住 所 神奈川県横浜市戸塚区戸塚町216番地

氏 名 日本オプネクスト株式会社